

Rec'd PCT/PT 12 JUL 2004

PCT/JP03/15532

04.12.03

10/501229

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月12日

出願番号
Application Number: 特願2002-360490
[ST. 10/C]: [JP2002-360490]

出願人
Applicant(s): ソニー株式会社

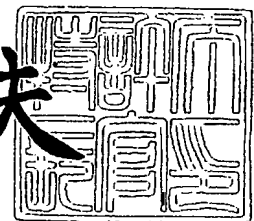
RECEIVED	
03 FEB 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3112096

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290545103

【提出日】 平成14年12月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 01/133

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 山本 健二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 木島 公一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089875

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 茂

【電話番号】 03-3266-1667

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042712

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010713

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透過光の位相分布を制御する液晶層と、
前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、
前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有し、

前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されている、
ことを特徴とする液晶素子。

【請求項 2】 前記凹凸部は、前記液晶層と電極との間に配置される合成樹脂の成型体より形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶素子。

【請求項 3】 前記合成樹脂の成型体が紫外線硬化樹脂よりなることを特徴とする請求項 2 記載の液晶素子。

【請求項 4】 前記凹凸部は、前記電極の液晶層側の面に成膜された誘電体層より形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶素子。

【請求項 5】 前記凹凸部が前記一对の基板のうちの 1 つの基板側にだけ設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶素子。

【請求項 6】 記録媒体に対向配置される対物レンズと、前記対物レンズにレーザ光を供給するレーザ光源と、前記レーザ光源から対物レンズに到る光路内に配置されて透過光の位相分布を制御する液晶素子とを有し、

前記液晶素子は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、
前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、
前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有し、

前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されている、
ことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 7】 透過光の位相分布を制御する液晶層と、

前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、
前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有する液晶素子の製造方法であって、
前記基板の内側に前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設ける工程と、
前記電極を互いに平行な平面状に形成する工程とを有する、
ことを特徴とする液晶素子の製造方法。

【請求項 8】 前記凹凸部を設ける工程では、金型を用いた形状転写法によって前記液晶層と電極との間に前記凹凸部を有する合成樹脂の成型体を設けるようにしたことを特徴とする請求項 7 記載の液晶素子の製造方法。

【請求項 9】 前記合成樹脂の成型体が紫外線硬化樹脂よりなり、紫外線照射によって硬化することを特徴とする請求項 8 記載の液晶素子の製造方法。

【請求項 10】 前記凹凸部を設ける工程では、前記電極の液晶層側の面にフォトリソを用いたパターニングによって誘電体層を設けるようにしたことを特徴とする請求項 7 記載の液晶素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば光ディスクシステム、光磁気ディスクシステム、光カードシステム等の光学式記録再生装置に用いることが可能な液晶素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光ディスクの情報記録容量を高めるために、光源の波長を短くした青色半導体レーザー（LD）が利用されている。また、開口数（NA）の高い対物レンズが用いられている。さらにはそれらを用いたシステムで、2層ディスクを応用するといった手法が実用化されつつある。

ところで、これらを用いた光ディスクシステムにおいては、光ピックアップの光軸に対するディスクのチルト誤差、カバー厚み誤差、あるいは2層ディスクの

層間収差などの摂動に対し、信号を再生するビームの品質が容易に劣化して、良好な信号記録／再生特性を保つことが難しくなっている。

このような信号品質劣化を防止する先行技術として、例えば、前記ディスクのチルト誤差によって生じるコマ収差を低減するために光ディスクに照射される光ビームの光路中に補償光学系を挿入することが提案されている（特許文献1）。

【0003】

【特許文献1】

特開 2000-132854 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記先行技術では、ディスクのチルト誤差以外のカバー厚み誤差、あるいは2層ディスクの層間収差など種々の摂動に対する考慮は十分になされていないものであった。

そこで、本件出願人は、上述のような種々の摂動に対し、光路に挿入した液晶素子を用いてビームの透過波面の位相分布を制御することにより、ビームの品質を向上する方法を提案している（特願 2001-179245 号；以下、先行出願という）。

すなわち、上記先行出願では、ビームの透過波面の位相分布を液晶層の厚みと印加電圧の2つのパラメータによって制御するものであり、特に液晶の厚み分布が位相分布の形状を決定し、印加電圧値が位相の絶対量を決定するものとしている。

しかし、この先行出願では、電極が液晶層の形状に沿って形成されているために、実際は液晶層の厚み分布が透過光の波面に与えられる位相分布を正確に反映しないという課題があった。

すなわち、電極が液晶層の形状にそって形成される場合、液晶層の厚みが薄い部分では、液晶層を挟み込む電極間隔が狭いため、電極に電圧が印加された場合に電界強度が強くなっている。逆に液晶層の厚みが厚い部分では、電極間隔が広いために電界強度が弱くなっている。

そして、液晶層が透過波面に及ぼす位相量は液晶層の厚みのみならず、この電

界強度にも依存する。

【0005】

したがって、液晶層での電界強度に分布が生じる場合には、液晶を透過する光の位相分布のパラメータは、上記先行出願にて指摘された（１）液晶の厚み、（２）印加電圧値に加えて、（３）電界強度分布の３点を考慮する必要がある。

しかし、電界強度は前述のように液晶層の形状に依存するので、透過波面の位相量を所望の値に制御するためには、液晶層の形状までも含めてさらに最適化しなくてはならない。

【0006】

以上のように、上記先行出願においては、電極が液晶層の形状に沿って形成されている構成では、液晶層の形状は透過光に与えられる位相分布を正確に反映しておらず、正確な位相分布を反映させるには電界強度分布まで考慮しなければならない。

このため、所望の位相分布を透過光に与えるためには電界強度分布を考慮しつつ液晶層の形状を最適化しなければならない。すなわち、印加する電圧値と液晶層の形状で決まる電界強度分布の計算から、透過光に与えられる位相分布の計算まで、非常に複雑な計算が必要であり、その製造およびデバイス評価が難しいという課題がある。

【0007】

そこで本発明の目的は、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、製造およびデバイス評価を容易に行うことができる液晶素子及びその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は前記目的を達成するため、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一対の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一対の電極とを有し、前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一対の電極が互いに平行な平面状に形成されていることを特徴とする。

【0009】

また本発明は、記録媒体に対向配置される対物レンズと、前記対物レンズにレーザ光を供給するレーザ光源と、前記レーザ光源から対物レンズに到る光路内に配置されて透過光の位相分布を制御する液晶素子とを有し、前記液晶素子は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有し、前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されていることを特徴とする。

【0010】

また本発明は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有する液晶素子の製造方法であって、前記基板の内側に前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設ける工程と、前記電極を互いに平行な平面状に形成する工程とを有することを特徴とする。

【0011】

本発明の液晶素子及びその製造方法では、液晶層を挟み込む基板の内側には液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、液晶層に所定の電圧を印加する電極は平面状に形成して平行に配置することから、電界強度分布が均一となり、液晶層の厚み分布を透過光の波面に与える位相分布に正確に反映させることができる。

したがって、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、この結果、液晶素子の製造やそのデバイス評価を容易に行うことが可能となる。

また、同様の液晶素子を光ピックアップの光路中に配置することによって適正に透過光を制御でき、かつ、複雑な計算を要することなく液晶素子を容易に最適化して各種の収差を補正でき、光ピックアップの特性向上や製造の容易化に大きく寄与することが可能となる。

【0012】

また本発明は、記録媒体に対向配置される対物レンズと、前記対物レンズにレーザ光を供給するレーザ光源と、前記レーザ光源から対物レンズに到る光路内に配置されて透過光の位相分布を制御する液晶素子とを有し、前記液晶素子は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有し、前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されていることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による液晶素子及びその製造方法の実施の形態例について説明する。

本実施の形態例による液晶素子は、上述した先行出願において電界強度に分布が生じるのは電極膜を液晶層の形状に沿わせたからであることに着目し、これを廃止して、2枚の電極膜を平面状に形成して互いに平行に配置するものとし、これらを液晶層を挟み込む2枚の基板の内部にそれぞれ配置するようにした。

また、液晶層と電極の間は誘電体で満たされるように構成し、液晶層を2つの平面電極の内側に挟み込んでいる誘電体層の2枚の面形状を、液晶層の厚み分布が所望の位相分布と相似形となる凹凸形状に形成した。あるいは、簡単のため片側のみの誘電体層の形状を透過光に与えたい所望の位相分布と相似の凹凸形状に形成し、残る片側は平面とした。

【0014】

また、本実施の形態による製造方法では、上述した液晶層の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための方法として、金型を用いて紫外線硬化樹脂を一括成型する方法、およびフォトマスクを用いたパターンニング工程により形成する方法を用いることにより、低コスト化を実現する。

【0015】

このようにして形成された液晶素子では、液晶層が厚み分布を持っているにもかかわらず、液晶層を挟んだ基板の内部にある2枚の電極は平面状で、かつ平行

であるため、2つの電極間隔は常に一様であり、液晶層にかかる電界分布は均一である。

そのため、液晶を透過する光が受ける位相分布の形状は液晶の厚み分布のみで決定され、その大きさは電極にかかる印加電圧値によって決定される。つまり、液晶層の厚み分布は所望の位相分布に完全に相似となる。したがって、液晶層にかかる電界分布を均一とすることで、液晶の厚み分布を用いて透過光の位相分布を計算する際に、電界分布というパラメータを不要にし、容易かつ正確に算出することができる。

【0016】

以下、本実施の形態例による具体的実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は本発明の実施例による光ピックアップ（光学ヘッド10）の全体構成を示す説明図である。

図示のように、本例の光学ヘッド10は、相変化型光ディスク11の記録再生を行うものであり、透過光に所望の位相分布を与える液晶板1と、入射光と戻り光とを分離する偏光ビームスプリッタ（PBS）14と、入射光と戻り光の位相を1/4波長ずつ変化させる1/4波長板15と、対物レンズ20をフォーカシング方向及びトラッキング方向に制御する2軸アクチュエータ16と、戻り光の検出を行う光検出器19と、戻り光を光検出器19に入射させるフォーカシングレンズ17及びマルチレンズ18とを有する。

また、相変化型光ディスク11は、ディスク基板12に設けた相変化方式による信号面11a上に保護膜13を設けたものである。

【0017】

上述のような光学ヘッド10において、図示しないレーザ光源からの光は図示しないコリメータレンズでコリメートされ、平面波に変換される。そして、このレーザ光は、対物レンズ20で屈折して光ディスク11の信号面11aに集光される。また、光ディスク11の信号面11aで反射した光は、偏光ビームスプリッタ14で反射して光検出器19で信号を検出する。

そして、このような構成において、光ピックアップの光軸に対して光ディスク

11のチルト、カバー厚み誤差、あるいは2層ディスクの場合は層間収差などの摂動があると、信号を再生するビームの品質が容易に劣化して、良好な信号記録／再生特性を保つことが難しくなる。そこで、図示のように光路の途中に液晶素子1を配置して、光学系に生じる収差を補正する。

【0018】

次に、この液晶素子1に関する構造および収差補正動作について説明する。

図2(A)は、本実施の形態例における液晶素子の概要を示す断面図であり、図2(B)は液晶層の分子配列を模式的に示す正面図(矢印A方向から見た図)である。

この液晶素子は、一対(2枚)のガラス基板100、110で液晶分子(液晶層)120を挟み込んだものであり、透過光に与えたい位相分布の相似形状を基板100、110の液晶層120を挟む面(内側面)に形成している。すなわち、ガラス基板100の内側面100Aは平面状に形成されているが、ガラス基板110の内側面110Aは凹凸形状に形成されている。

【0019】

図3は、図2に示す液晶素子の具体的構成例を示す断面図である。

図示のように、ガラス基板100、110の内側には、液晶層120に電圧を加える2枚(一対)の電極130、140が配置され、さらにその内側に液晶層120に配向を付与するための配向膜150、160が形成されている。

図示のように、各電極130、140は、それぞれ平面状に形成され、互いに平行に配置されている。また、各電極130、140には電圧源170が接続され、その電圧印加がスイッチ180によって電圧印加がオン・オフされる。

【0020】

すなわち、ガラス基板100の平面状の内側面100Aには、平面状の電極130が設けられ、さらにその内側に平面状の配向膜150が設けられている。一方、ガラス基板110では、内部に平面状の電極140が設けられ、さらにその内側に凹凸形状の内側面110Aを得るためのサブ基板(凹凸部)111が設けられ、その内側面が所望の位相分布と相似形状を有する凹凸形状に形成されている。そして、このサブ基板111の内側に配向膜160が形成されている。この

配向膜 160 は、サブ基板 111 による内側面 110A の凹凸形状に対応した湾曲形状で対応する湾曲した形状で設けられている。

このような構成により、液晶層 120 は、サブ基板 111 による内側面 110A の凹凸形状に対応した厚さ分布を有する状態で配置される。

【0021】

また、液晶分子は液晶層 120 を挟む各基板 100、110 の内側に配置した配向膜 150、160 に沿って並んでおり、電圧が加えられていない場合は、図 3 (A) に示すように、基板 100、110 に対して寝ており、電圧が加えられると、図 3 (B) に示すように、基板 100、110 に垂直方向に立つ。そして、入射光の偏光方向が液晶分子の長手方向と短手方向にある場合とで屈折率が異なる。

また、2 枚の電極 130、140 が平面状でかつ平行であるため、液晶層 120 にかかる電界強度は一樣である。

したがって、液晶層 120 の屈折率はほぼ全域で同じであり、液晶分子が寝ていると、屈折率は n_1 であるが、液晶分子が立つと屈折率は n_2 となる。また、両者の中間の状態では、屈折率は n_1 と n_2 の中間となる。なお、上述した先行出願では、電極が液晶層の形状に沿って形成されているので、電界強度に分布が生じ、液晶層の屈折率は一樣ではなく、より複雑なものとなる。

【0022】

また、本例の液晶素子では、液晶層 120 と片側の平面電極 140 との間には基板 110 の一部となる凹凸形状を有したサブ基板 111 が充填配置されている。そして、このサブ基板 111 の凹凸形状が液晶層 120 の形状、すなわち厚み分布を決めている。

なお、本例では、このサブ基板 111 は、片側の電極 140 と液晶層 120 の間のみに存在しているが、これは逆側の電極 130 と液晶層 120 との間の凹凸形状を省略でき、平面形状でよいという構成の簡素化を図ることができるためであり、両方に誘電体層を設けて凹凸形状を得るようにしてもよい。

【0023】

次に、このような液晶層 120 と平面電極 140 との間にある凹凸形状のサブ

基板 111 の製造方法について説明する。

まず、第 1 の製造方法として、サブ基板 111 を紫外線硬化樹脂を用いた成型体によって作成する方法を説明する。

この方法は、液体状態の樹脂の形状が金型にならう原理と、紫外線を照射することにより硬化する特性とを用いたものであり、この紫外線硬化樹脂の紫外線照射前の液体状態において、上述した液晶層 120 の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための形状に対応した形状を有する金型に習わせておき、その後、紫外線を照射することにより、金型に習った形状を得る方法である。

【0024】

より具体的には、まず、液晶材料に電圧を印加するための電極材料が形成された基板上に、紫外線硬化樹脂をスピコート法などにより一様に塗布する。

そして、液晶層 120 の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための形状に対応した形状を有する金型を紫外線硬化樹脂に押し当てる。これにより、樹脂材料を変形させながら、紫外線を照射することにより、樹脂を固体状態とさせ、基板上に液晶層の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための形状に対応したサブ基板を形成する。

この方法は、基板を作成するウエーハサイズに対応する大きさの金型を用いることにより、個々の液晶素子に対応するための基板の分割工程前に行うことができるので、複数の液晶素子に対応する凹凸部の作製を同時に大量に行うことができ、低コスト化に有利な製造方法である。

【0025】

次に、第 2 の製造方法として、フォトマスクを用いたパターンニングによる成膜工程で作成する方法の説明を行う。

この方法には、次の 3 つの方法を用いることが可能である。

(1) 電極膜上に所定の厚さ以上に形成した誘電体材料（例えば Ta_2O_5 、あるいは Ta_2O_5 と SiO_2 の混合物）をスパッタリングなどの薄膜形成手段により形成した後、後に現像あるいは剥離が可能である感光性材料（以下フォトレジスト材料）をフォトマスクに対応する形状にパターンニング（露光工程および現像工程）を行い、そのフォトレジスト材料をマスク材として、 Ta_2O_5 、あ

るいは Ta_2O_5 と SiO_2 の混合物などの誘電体材料に R I E (R e a c t i v e I o n E t c h i n g) などの手法によりエッチングすることにより、段差を形成する（いわゆるエッチング法）。そして、この方法を、複数回行うことにより、見かけ上なめらかな段差を得ることができる。

【0026】

(2) 電極膜上にフォトマスクに対応する形状にパターンニングされたフォトレジスト材料が形成された基板に、誘電体材料（例えば Ta_2O_5 、あるいは Ta_2O_5 と SiO_2 の混合物）をスパッタリングなどの薄膜形成手段により形成した後、フォトレジスト材料をはく離することにより、誘電体材料のパターンを得る（いわゆるリフトオフ法）。そして、この方法を、複数回行うことにより、見かけ上なめらかな段差を得ることができる。

【0027】

(3) 電極膜上に所定の厚さ以上に形成した誘電体材料（例えば Ta_2O_5 、あるいは Ta_2O_5 と SiO_2 の混合物）をスパッタリングなどの薄膜形成手段により形成した後、グレーの階調を有するフォトマスクを用いて見かけ上なめらかな段差を有するフォトレジスト材料よりなるパターンを形成し、そのフォトレジスト材料をマスク材として、 Ta_2O_5 、あるいは Ta_2O_5 と SiO_2 の混合物などの誘電体材料に R I E などの手法によってエッチングすることにより、一度の露光工程において見かけ上なめらかな段差を得る。

【0028】

なお、以上のようなフォトマスクを用いた製造方法においては、誘電体基板のウエーハサイズに対応する大きさのフォトマスクを用いることにより、個々の液晶素子に対応するための基板の分割工程前に行うことができるので、液晶素子に対応する凹凸部の作製を同時に大量に行うことができ、低コスト化に有利な製造方法である。

【0029】

次に液晶素子による収差補正原理について説明する。

図4は本例の液晶素子における液晶分子の変位を示す断面図である。

まず、透過光に位相分布を与える必要のない場合、すなわち光ディスクシステ

ムに光ディスクを含めて製造誤差が無く、結像面で無収差の場合は液晶素子の電極に所定の電圧を印加して基板と同じ屈折率としておく（図4（A））。

そして、位相分布を与えたい場合は、その電圧を変化させることにより、液晶の部分だけ屈折率が変化する（図4（B））。

ここで、透過光の位相分布は光路長で決まるので液晶の厚み分布 $d(x)$ とガラス基板との屈折率差 Δn の積で決まる。したがって、基板表面の形状と相似の位相分布を透過光に与えることができる。

ところで、液晶素子により透過光に与えたい位相分布は対物レンズで結像した波面収差の位相分布と逆極性の分布とすればよい。

ここで補正したいものが、光ディスクの厚み誤差 dt とスキュー θ である場合について考える。なお、特に厚み誤差に関しては、2層ディスクの場合には層間厚みに置き換えても以下の説明で同じことが当てはまる。

【0030】

まず、厚み誤差 dt は球面収差、スキューはコマ収差を発生させる。それぞれの低次収差は次式で与えられ、NAが大きく波長が短いほど影響は大となる。

$$3 \text{ 次の球面収差係数 } W_{40} = dt / 8 \times (n^2 - 1) / n^3 \times NA^4$$

$$3 \text{ 次のコマ収差係数 } W_{31} = t / 2 \times (n^2 - 1) \times n^2 \times \sin \theta \times \cos \theta / (n^2 - \sin^2 \theta)^{5/2} \times NA^3$$

なお、 t はディスクの厚み、 dt はディスクの厚み誤差、 n はディスクの屈折率、 θ はディスクの傾きを表している。

また、これらの収差を対物レンズの瞳面上の瞳半径で規格化された座標 (x, y) で表すと、

$$3 \text{ 次の球面収差 } W(x, y) = W_{40}(x^2 + y^2)^2 \quad (\text{式1})$$

$$3 \text{ 次のコマ収差 } W(x, y) = W_{31}x(x^2 + y^2) \quad (\text{式2})$$

となる。

【0031】

しかし、NAが大きな対物レンズの場合は、低次の収差のみでは収差の位相分布を十分正確に表現することができない。

そこで次に高次の収差は次式で与えられる。

5 次の球面収差係数 $W_{60} = dt / 48 \times (n^2 - 1) \times (n^2 + 3) / n^5 \times NA^6$

5 次のコマ収差係数 $W_{51} = t / 8 \times (n^2 - 1) \times n^2 \times \sin \theta \times \cos \theta / (n^2 - \sin^2 \theta)^{9/2} \times NA^5 \times (n^4 + (3\cos^2 \theta - 5\sin^2 \theta)n^2 + 4\sin^2 \theta - \sin^4 \theta)$

そして、これらの収差を対物レンズの瞳面上の瞳半径で規格化された座標 (x, y) で表すと、

5 次の球面収差 $W(x, y) = W_{60}(x^2 + y^2)^3$

5 次のコマ収差 $W(x, y) = W_{51}x(x^2 + y^2)^2$

となる。

しかしながら、実用上高次収差は集光された光のスポットセンターの近傍に与える影響は微少であるため、光ディスクの記録再生に与える影響も少なく、したがって補正すべき収差は低次のみを考慮すれば十分である。

【0032】

図5は球面収差とコマ収差の波面を示す斜視図であり、図5(A)は球面収差の波面を示し、図5(B)はコマ収差の波面を示している。

そして、液晶素子の透過波面に予めこれらの位相分布と逆極性の位相分布を与えれば、対物レンズで結像したときに無収差となる。

したがって、液晶素子の形状は、球面収差補正では図6(A)に示すように、図5(A)に示す波面に対応する断面形状のサブ基板111Aによって(式1)の相似形状を有するものとなり、コマ収差では図6(B)に示すように、図5(B)に示す波面に対応する断面形状のサブ基板111Bによって(式2)の相似形状を有するものとなる。なお、図6(A)(B)に示す基板111A、111Bの断面形状は、図5(A)(B)に示す矢線B方向に波面を見た形状を示している。

そして、実際に球面収差、コマ収差が存在して、それを補正したい場合には、液晶に電圧を加えて液晶の屈折率を Δn 変化させ、それと厚み $d(x)$ の積が球面収差やコマ収差の位相と逆の位相になるように印加電圧を制御すればよい。

【0033】

また、このような球面収差、コマ収差の位相分布そのものでなくとも、収差は補正可能である。たとえば球面収差にデフォーカスによる収差を加えた形状とし

でもフォーカスサーボがデフォーカス分を補正できる。

しかし、そのような形状にすることは本質的には無意味であり、最小の印加電圧での収差補正を実現するには収差そのものの位相分布と振幅が等しく逆極性の位相分布を与えればよい。

なお、デフォーカスの収差を加えた形状では、液晶を駆動するときにデフォーカスも生じるので、フォーカスサーボに影響を及ぼす恐れがある。また、補正したい収差に対して広帯域のサーボを用いるとフォーカスサーボと干渉してしまい、サーボの安定性に影響を及ぼすのでやはり好ましくない。

【0034】

以上のような本実施の形態例によれば、光ピックアップにおける光ディスクの光軸に対するチルト、カバー厚み誤差や2層ディスクの層間収差など、種々の摂動を液晶層に厚み分布を持たせた液晶素子で補正する場合、その液晶層の形状を、補正したい位相分布の形状と完全に相似とすることが可能であり、電界強度分布などの複雑な計算が不要である。

そして、この液晶素子による収差補正は、補正したい位相分布を完全かつ正確に補正できる。

また、液晶層を挟み込む凹凸部を有するサブ基板は、樹脂あるいは誘電体のエッチングによって容易に製造できる。

したがって、本デバイスは量産に向いており、容易に製造できるのでデバイスの歩留まり向上、コストダウンが可能である。

【0035】

なお、以上の例では、液晶素子の液晶層を挟んでいる2枚の基板のうち、片面の形状を所望の位相分布と相似形としたが、本発明はこれに限らず、両面の形状を変化させてもよい。

すなわち、透過光に与えたい位相分布は、基板で挟み込んだ液晶分子の厚み d (X) とガラス基板との屈折率差 Δn の積でできるので、厚み分布が所望の位相分布の相似形になるように面形状を形成すればよいものである。

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の液晶素子及びその製造方法によれば、液晶層を挟み込む基板の内側には液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、液晶層に所定の電圧を印加する電極は平面状に形成して平行に配置することから、電界強度分布が均一となり、液晶層の厚み分布を透過光の波面に与える位相分布に正確に反映させることができる。

したがって、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、この結果、液晶素子の製造やそのデバイス評価を容易に行うことが可能となる。

また、本発明の光ピックアップによれば、上記と同様の液晶素子を光路中に配置することによって適正に透過光を制御でき、かつ、複雑な計算を要することなく液晶素子を容易に最適化して各種の収差を補正でき、光ピックアップの特性向上や製造の容易化に大きく寄与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態例における光ピックアップの全体構成例を示す説明図である。

【図 2】

図 1 に示す光ピックアップに設けられる液晶素子の概要を示す断面図及び正面図である。

【図 3】

図 2 に示す液晶素子の具体的構成例を示す断面図である。

【図 4】

図 3 に示す液晶素子における液晶分子の変位を示す断面図である。

【図 5】

球面収差とコマ収差の波面を示す斜視図である。

【図 6】

図 5 に示す球面収差とコマ収差に対応した凹凸部を有する液晶素子の構成例を示す断面図である。

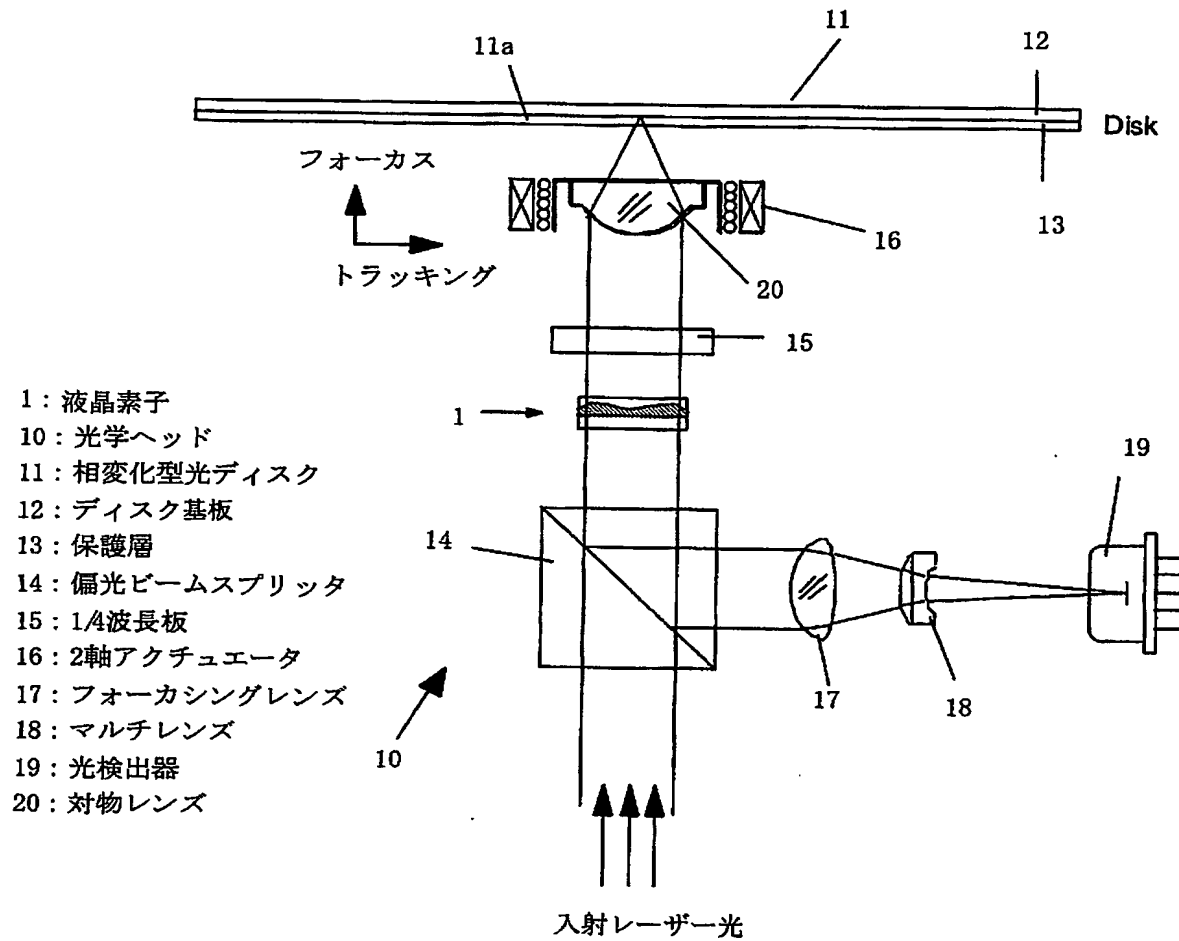
【符号の説明】

1……液晶板、10……光学ヘッド、11……相変化型光ディスク、12……
ディスク基板、13……保護膜、14……偏光ビームスプリッタ、15……1/
4波長板、16……2軸アクチュエータ、17……フォーカシングレンズ、18
……マルチレンズ、19……光検出器、20……対物レンズ、100、110…
…ガラス基板、111……サブ基板、120……液晶層、130、140……電
極、150、160……配向膜、170……電圧源、180……スイッチ。

【書類名】

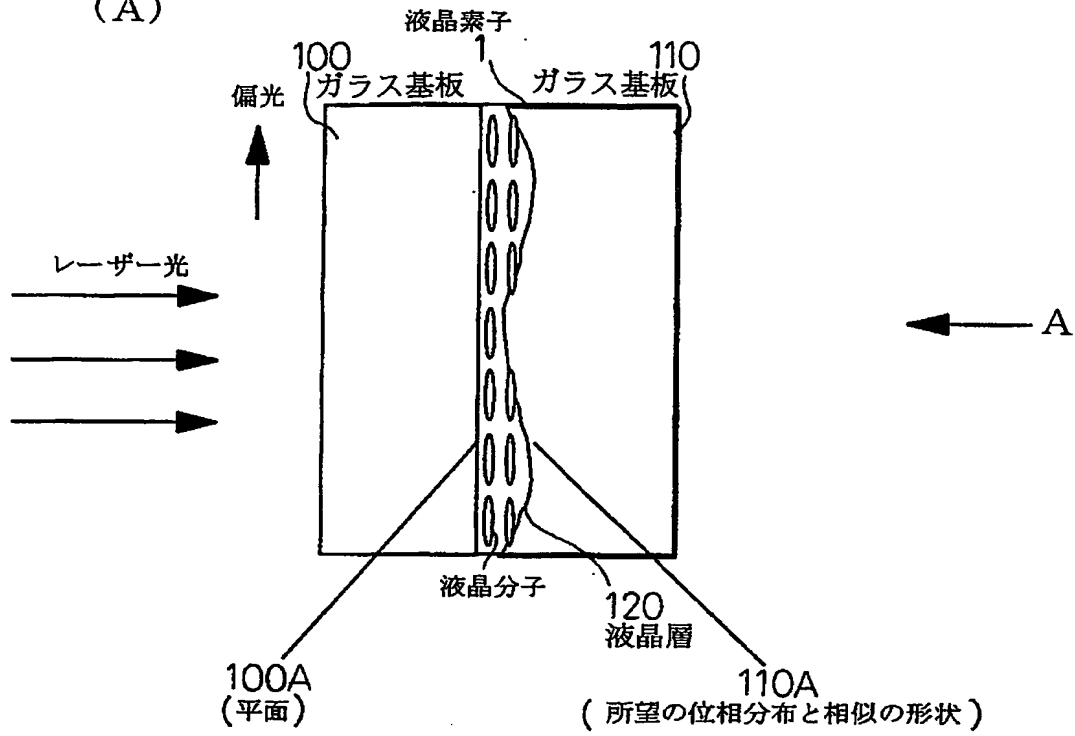
図面

【図 1】



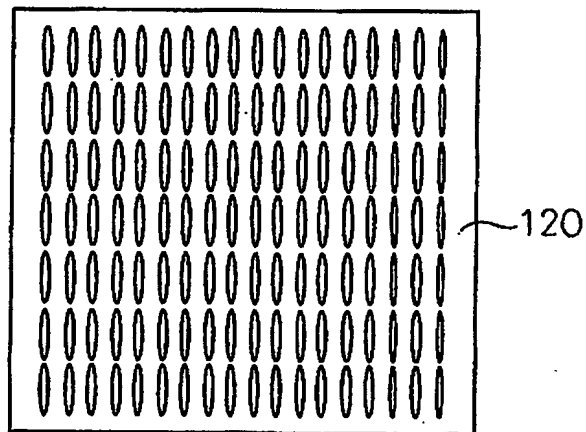
【図 2】

(A)

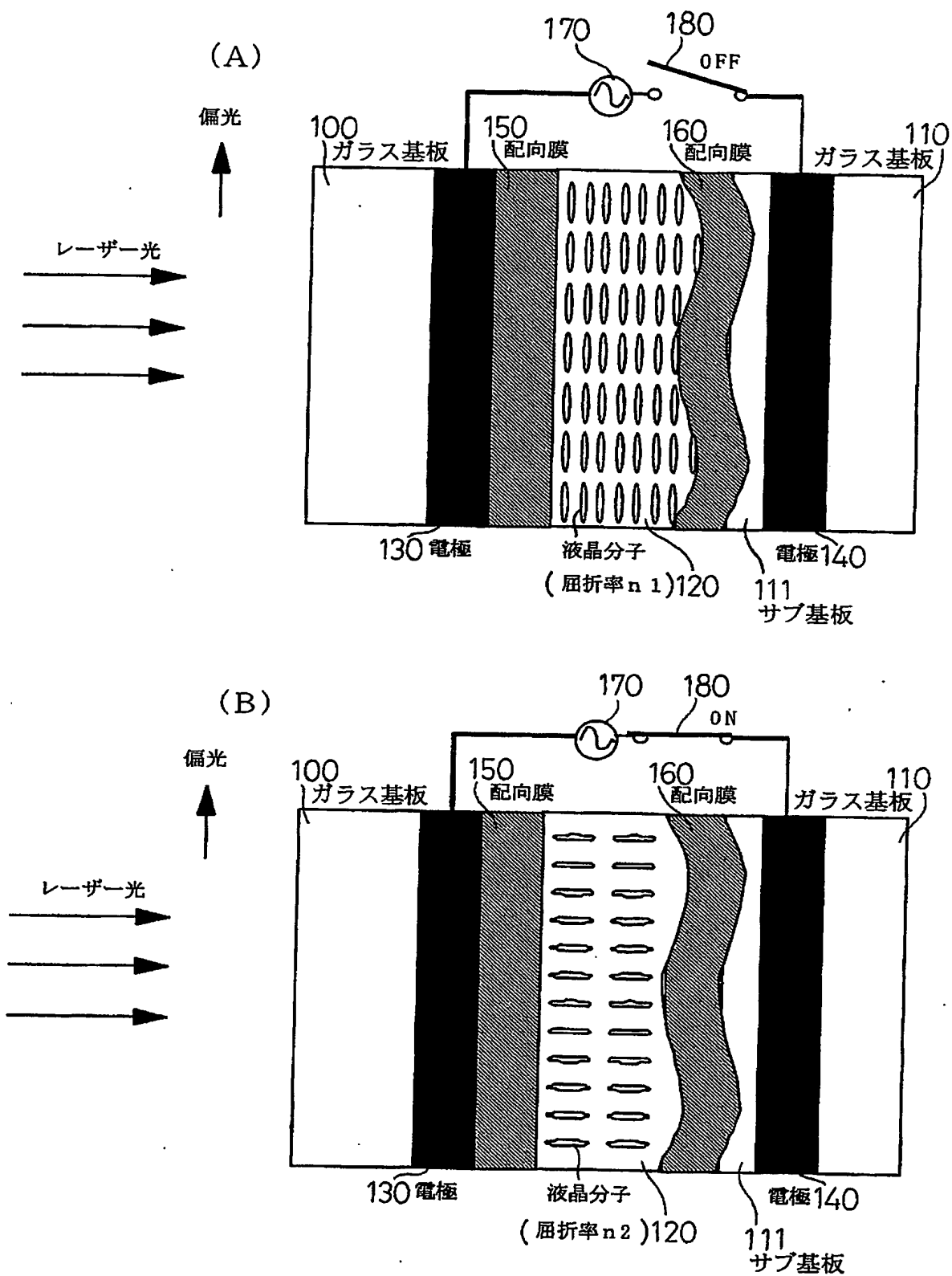


(B)

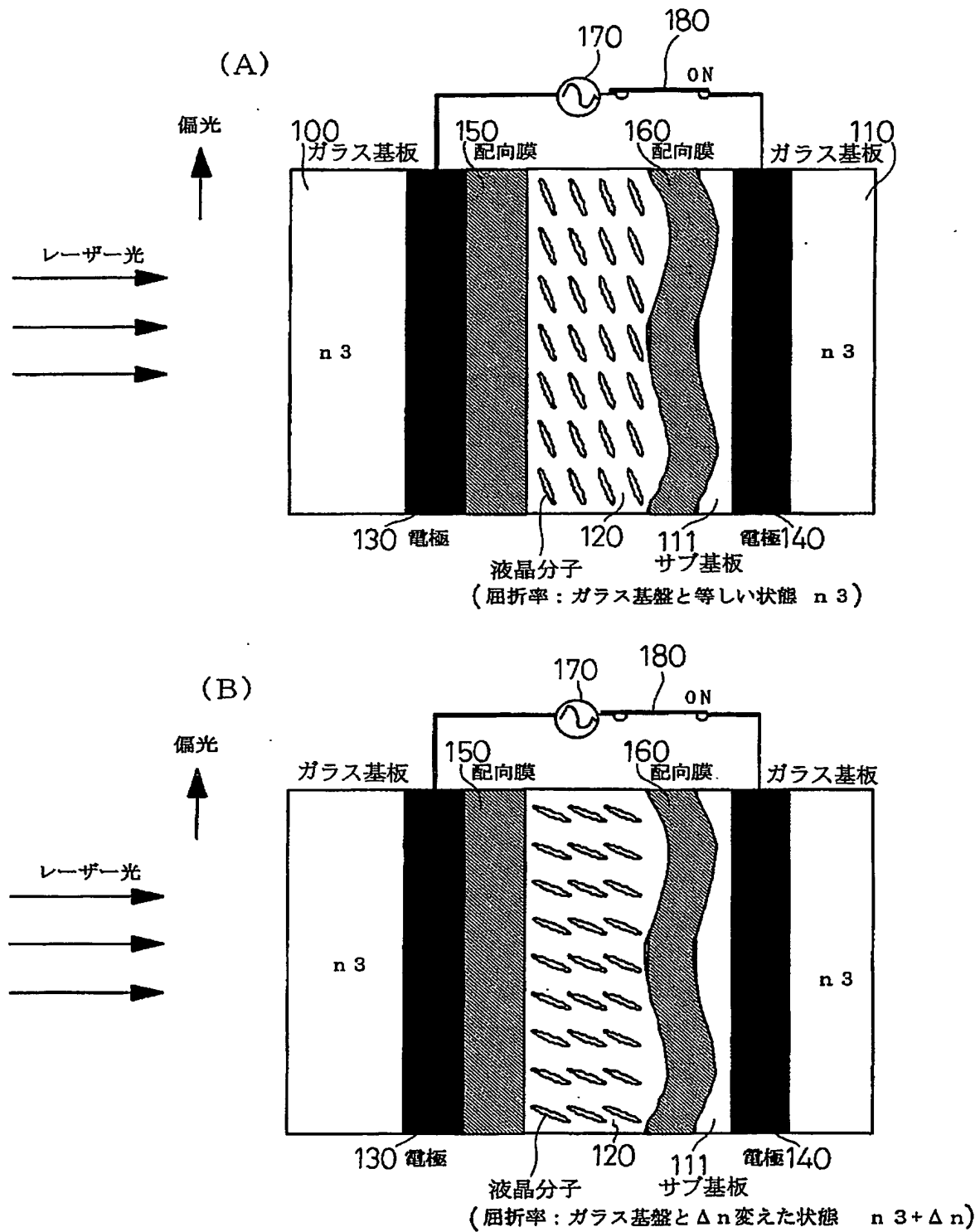
正面Aから見た図



【図 3】

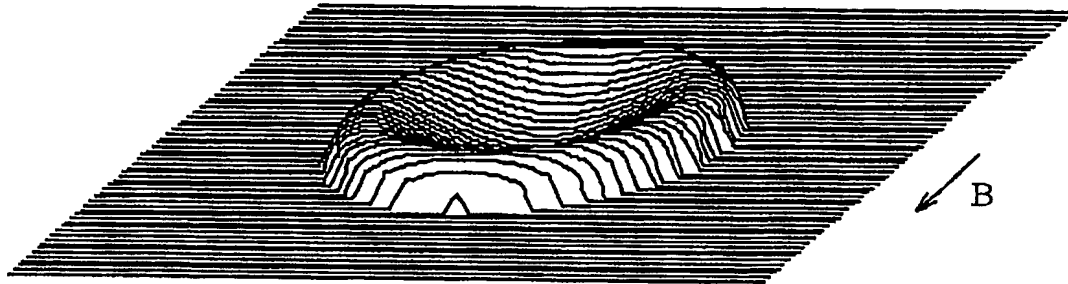


【図 4】

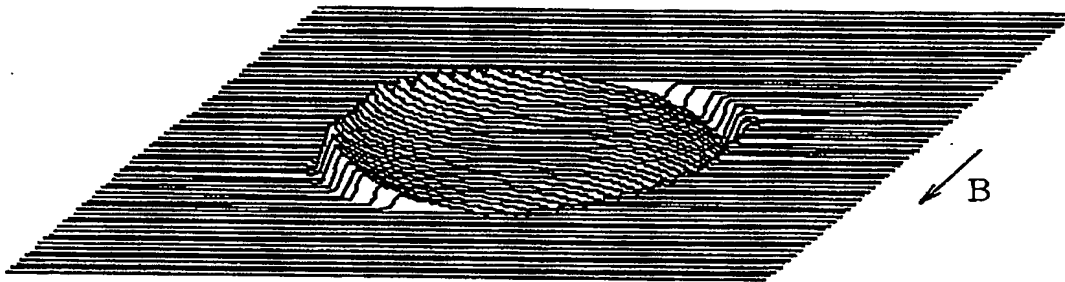


【図 5】

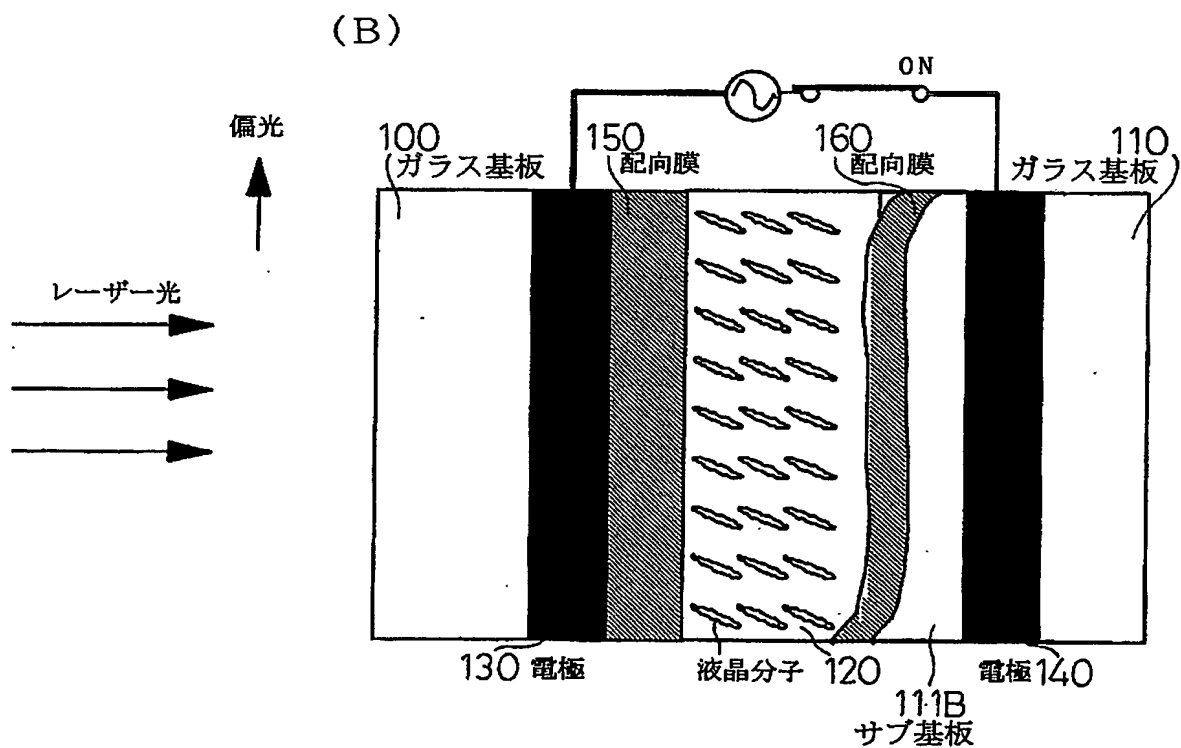
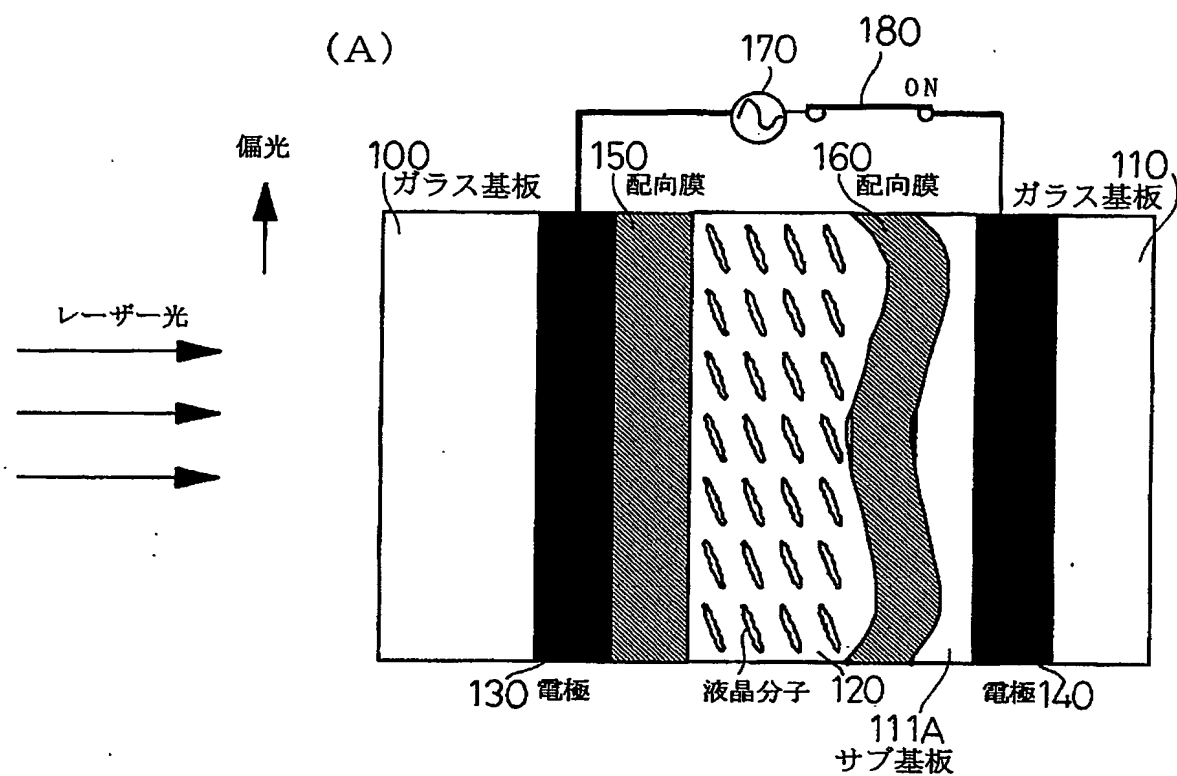
(A)
球面収差



(B)
コマ収差



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光路中に設けた液晶素子により、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができるようにする。

【解決手段】 ガラス基板 100、110 の間に封止された液晶層 120 は、ガラス基板 110 の内側に設けたサブ基板 111 の凹凸によって一定の厚み分布を持っている。また、この液晶層 120 の両側に配置される電極 130、140 は平面状で、かつ平行に配置されている。したがって、2つの電極 130、140 の間隔は常に一様であり、液晶層 120 にかかる電界分布は均一である。そのため、液晶を透過する光が受ける位相分布の形状は液晶の厚み分布のみで決定され、その大きさは電極にかかる印加電圧値によって決定される。したがって、液晶層にかかる電界分布を均一とすることで、液晶の厚み分布を用いて透過光の位相分布を容易かつ正確に算出することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 6 0 4 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社